中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 32(1)：014～022 (1983)

稻米粒品質之改良

Ⅱ 米粒膠體硬度及顆粒澱粉含量之遺傳[1]

郭 益 全　　謝 順 景[2]

摘要：本研究使用嘉農秈11號×臺農67號及臺南5號×臺中在來1號等兩個秈稉異型稻間之雜交 F_2 集團爲材料，測定各單株米粒之顆粒澱粉含量及膠體硬度等兩個主要食用品質性狀，以闡述秈稉雜交後代米粒食用品質之遺傳行爲，結果獲知：

1.兩雜交組合 F_2 集團膠體硬度之頻度分布爲具尖峰之偏歪分布，且均可分成3高硬度：1低硬度之比例，符合孟德爾氏單性雜種分離之遺傳理論。

2.兩雜交組合 F_2 集團顆粒澱粉含量的頻度呈常態分布，唯分布之平均恰落在低含量親本均值附近，且有相當多數之個體向左超越低含量之親本，顯示顆粒澱粉含量雖屬量的性狀，但仍極易選獲具有理想顆粒澱粉含量之單株。

3.在嘉農秈11號×臺農67號組合，穀殼苯酚反應陰性者之膠體硬度之平均值(41.7mm)顯著地高於陽性反應者(36.6mm)。表示陽性反應者(一般爲秈稻)之米粉膠體較硬；陰性反應者(一般爲稉稻)較輭。但陽性與陰性反應二羣之顆粒澱粉含量平均依次爲19%與18.6%，並無差異存在。

4.膠體硬度與顆粒澱粉含量成極顯著之負相關；而兩者與其他產量構成性狀則無相關關係。

5.膠體硬度及顆粒澱粉含量之廣義遺傳率值均很高，膠體硬度約90%左右，顆粒澱粉含量則在77%之譜。

一般，米飯之風味品評 (taste panel scores) 主要由飯粒之黏著度 (cohesiveness)、柔軟性 (tenderness) 及光澤度 (gloss) 來決定[12,17,19]。而米粒之顆粒澱粉含量 (amylose content) 長久以來向被認爲是影響此等風味品評等第之最主要因素[10,11,12,15,16,18,20]。一般，顆粒澱粉含量低之米飯濕粘而具光澤，絕大多數之稉稻屬之；顆粒澱粉含量高之米飯則乾鬆而質地粗硬，大部分之秈稻屬之。故隨消費者嗜性之互異，各不同顆粒澱粉含量基準之稻米其受歡迎之情況不僅因人而異，且視區域之不同而異。若本省、日本及韓國則低顆粒澱粉含量之米飯受歡迎，而印度及菲律賓地區之消費者則偏愛顆粒澱粉含量中等之稻米[15]。

Cagampang *et al*[6] 首先證實同顆粒澱粉含量等級之不同稻品種中，其食用品質 (eating quality) 仍有差異存在[21,22]，接著許多報告陸續指出米粒之膠體硬度 (gel consistency) 得爲同顆粒澱粉含量稻米食用品質之指標[21,22]。而由於膠體硬度之測定簡便快捷，故若干學者[1,22]認爲在育種過程中，膠體硬度之測定可補救顆粒澱粉含量定量費時之短，而同爲篩選特定食用品質之指標。

目前，有關米粒顆粒澱粉含量之遺傳研究尚陸續見有報告[5,8,23]，而有關米粒膠體硬度之報告則甚少[8]。故 Chang and Somrith[7] 建議究明膠體硬度之遺傳行爲。然而，此等已發表之研究概爲同型間雜交遺傳行爲之闡明[5,8,23]，至於食用品質互異之秈稉稻雜交後代食用品質之遺傳則闕如，前報[3,4]陸續報告秈稉稻雜交後代各產量構成性狀之遺傳與變異；並探討 F_2 世代單株產量構成性狀對

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第1077號。

2.本所農藝系助理研究員、前研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

單株穀產量變異性之影響，本文則報告秈稉稻雜交 F_2 集團有關食用品質之種種遺傳訊息。俾更充實秈稉稻雜交之遺傳育種知識。

材料與方法

供試水稻材料計有嘉農秈11號×臺農67號及臺南5號×臺中在來1號等兩個雜交組合。1979年二期作，每親本各插植5行；每組合32行；每行12株；單本植。行株距 25×25cm，肥料用量 N：P：K=90：40：60 (kg/ha)。收獲時每組合及各該親本均去邊行；每行去首尾株。調查與分析項目計有穗數、平均一穗粒數、結實率、千粒重及米粒之膠體硬度及顆粒澱粉含量。其中，米粒之膠體硬度的測定係採 Cagampang *et al*[6] 之方法；米粒之顆粒澱粉含量的定量則按 Juliano[13] 之方法進行。

結　　果

一、秈稉雜交 F_2 集團米粒膠體硬度之分離

茲將兩秈稉雜交組合 F_2 集團膠體硬度之測定值按組合別暨適當之組距[2] 編列成頻度分布表（表1），並根據費氏（R. A. Fisher）之理論估算該頻度分布之歪度（skewness）與峰度（kurtosis）估值，同時給予適當之顯著性測定（表2），以初步描述秈稉雜交組合米粒膠體硬度之分離情形。

表1平均值顯示，兩雜交組合之秈稻親本的米粉膠體之展流長度較短，均約 24mm 左右；而稉稻親本米粉膠體之展流長度則較長，概在 50mm 上下。按 IRRI 之 35mm 以下屬高硬度；35mm 至 50mm 爲中硬度；50mm 以上屬低硬度之膠體軟硬度分類標準[9] 知，此兩雜交組合之秈稻親本屬高膠體硬度；而稉稻親本則屬低膠體硬度。同表並知兩雜交組合 F_2 分離集團膠體硬度之平均值均恰與兩親之中間值相近。即嘉農秈11號×臺農67號爲 37.7mm；而臺南5號×臺中在來1號爲 35.7 mm。

表1. 水稻雜交 F_2 集團膠體硬度之變異

Table 1. Variation of gel consistency in the F_2 populations of rice crosses.

Parents and corosses	Gel consistency (mm) 20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	Total	Mean	CV.	Segr. rate	X^2
Chianung-Sen 11 (P_1)	22	8												30	23.4	0.07		
F_2 ($P_1 \times P_2$)	91	29	12	18	25	17	29	16	9	6	11	2		265	37.7	0.42	3 : 1	0.916ns
	192						73											
Tainung 67 (P_2)				1	5	7	7	6	2	1	1			30	50.5	0.14		
Tainan 5 (P_1)					6	7	12	3	2					30	49.4	0.11		
F_2 ($P_1 \times P_2$)	111	32	12	17	17	13	21	13	11	7	7	2		263	35.7	0.44	3 : 1	0.475ns
	202						61											
Taichung (N) 1 (P_2)	20	10												30	23.9	0.09		

Note : *indica* type : Chianung-Sen 11, Taichung (N) 1
japonica type : Tainan 5, Tainung 67.

表2. 秈稉稻雜交 F_2 集團膠體硬度及顆粒澱粉含量之峰度與歪度

Table 2. Skewness (g_1) and kurtosis (g_2) of gel consistency and amylose content estimated from F_2 populations of the crosses between *indica* and *japonica* rices.

Characters	Chianung-Sen 11×Tainung 67				Tainan 5×Taichung (N) 1			
	g_1	g_2	g_1/SEg_1	g_2/SEg_2	g_1	g_2	g_1/SEg_1	g_2/SEg_2
Gel consistency	1.16	− 0.91	7.74**	− 3.03**	0.82	− 0.65	5.45**	− 2.16*
Amylose content	− 0.18	− 0.38	− 1.20	− 1.21	− 0.16	− 0.36	− 1.06	− 1.20

**Significant at 1% level.

*Significant at 5% level.

兩組合 F_2 集團膠體硬度之頻度分布相當近似，且均爲極端偏斜之偏歪分布（表1），由表1再配合表2分布的峰度及歪度估值之顯著性測定知，兩組合 F_2 集團膠體硬度之頻度分布爲具尖峰且分布圖形之高峰在左，分布之偏斜在右之非常態分布。此即表示供試兩組合 F_2 集團膠體硬度之平均雖概與兩親之中間值相近，但此兩組合顯然不僅均有相當多數之個體集中在高膠體硬度（即低米粉膠體展流長度）親本附近，且有部分之個體向右超越低膠體硬度（即高米粉膠體展流長度）之親本。此亦即表示在此兩雜交組合中， F_2 分離集團內雖極多數個體之米粒膠體硬度係屬低展流之高硬度，但仍有多數個體之米粒膠體硬度爲高展流度之低硬度者，甚或有若干較低硬度親本之膠體更軟之個體出現。

另，由於兩秈稉雜交組合 F_2 集團米粒膠體硬度之頻度分布爲具尖峰且偏斜之分布，並未符合典型數量性狀爲常態分布之前題，故暫以質的性狀（qualitative character）處理之。將兩雜交組合 F_2 集團諸個體之米粒膠體硬度以米粉膠體展流度爲 50mm 者爲基點而分成高及低兩羣（表1）。再依兩羣之實際分離情況，設定兩 F_2 集團膠體硬度係3高膠體硬度：1低膠體硬度之單性雜種（

表3. 水稻雜交 F_2 集團顆粒澱粉含量之變異

Table 3. Variation of amylose content in the F_2 populations of rice crosses.

Parents and crosses	Amylose content (%) 7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	Total	Mean	CV.
Chianung-Sen 11 (P_1)							1	2	5	16	5		30	26.5	0.09
F_2 (P_1×P_2)	2	3	11	31	38	33	63	51	23	10			265	18.9	0.23
Tainung 67 (P_2)					7	15	8						30	19.0	0.06
Tainan 5 (P_1)				1	10	9	8	2					30	18.9	0.13
F_2 (P_1×P_2)	4	3	41	26	33	70	46	35	5				263	17.1	0.24
Taichung (N) 1 (P_2)								1	11	13	5		30	26.6	0.07

monohybrid）分離之假說，其經卡方適合度測驗結果皆未顯著，顯示，以質的性狀來考慮本研究供試兩雜交組合時，數據肯定膠體硬度高者對低者似為顯性，而由於尚有超越分離現象，故其遺傳機制則除受一對主效因子支配外，可能尚受若干修飾因子（modifiers）所左右。

二、秈稉雜交 F_2 集團米粒顆粒澱粉含量之分離

表 3 為兩秈稉雜交組合 F_2 集團顆粒澱粉含量之頻度分布表，而各該分布之峰度與歪度估值及其顯著性測定則與米粒之膠體硬度頻度分布者同示於表 2 。

由表 3 知，兩雜交組合中秈稻親本的顆粒澱粉含量概在25%以上，即屬於一般所謂高顆粒澱粉含量等級之品種；兩稉稻親本則均在19%左右，屬低顆粒澱粉含量等級之品種。同表並知 F_2 集團顆粒澱粉含量之平均則嘉農秈11號×臺農67號之組合與低含量親本稉稻臺農67號者近似，而臺中在來 1 號×臺南 5 號之組合則尚較低含量親本臺南 5 號為為低。

表 3 亦顯示兩雜交 F_2 集團顆粒澱粉含量之頻度分布亦相當近似，似均為稍帶歪斜之分布，但其經頻度分布峰度與歪度之顯著性測定（表 2 ）知，兩雜交組合 F_2 集團顆粒澱粉含量之頻度分布均屬常態分布。此亦即兩集團中均有相當多之個體集中在集團平均值附近，而因為兩 F_2 集團顆粒澱粉含量之平均概接近低顆粒澱粉含量親本，故此實亦即兩 F_2 集團中有極多數個體之顆粒澱粉含量概變動於低含量親本附近。同時由表 3 並可發現兩集團中皆尚有相當多之個體向左方向超越低顆粒澱粉含量之親本，而超越高含量親本者絕無，此種單方向向左超越低顆粒澱粉含量親本之分離現象，實極有利育種家經由秈稉稻之雜交而達成農藝性狀優良且顆粒澱粉含量低之育種目標。

三、苯酚反應與膠體硬度及顆粒澱粉含量之關係

苯酚反應（phenol reaction）是用以鑑別秈稉型之較常用的方法之一。秈型稻與苯酚反應後穀殼會帶黑褐色，稉型稻則穀殼顏色不變。本研究曾調查嘉農秈11號×臺農67號 F_2 集團中每一單株之苯酚反應。據此將本雜交組合 F_2 集團分成與苯酚有反應（符號為＋，即所謂秈型）與無作用（符號為－，即所謂稉型）等兩羣。並將兩羣之米粒膠體硬度及顆粒澱粉含量之變異列成表 4 及表 5 。由表 4 知，嘉農秈11號×臺農67號之265個 F_2 單株內，屬秈型之個體頗多，計180個；稉型者頗少，有85個。而膠體硬度之平均則秈型為 36.6mm ；稉型較高，達 41.7mm。兩型之差異為 5.1mm，達 5 %之顯著水準（t＝2.32*）。然兩型膠體硬度之變異係數則相當近似，指出兩型之膠體硬度之平均雖不等，但兩型膠體硬度分布之變異情形則十分近似。

至於米粒顆粒澱粉含量之型間分布及變異情形一如膠體硬度者。秈型羣之顆粒澱粉含量平均雖略高於稉型羣，但差異不顯著（表 5 ），且兩秈稉羣之變異係數亦十分接近，顯示在嘉農秈11號×臺農67號組合之 F_2 集團中，秈稉兩羣之個體顆粒澱粉含量的變異情形亦十分類似。

表4. 嘉農秈11號×臺農67號組合 F_2 集團中苯酚反應與膠體硬度之關係

Table 4. The relationship between phenol reaction and gel consistency in the F_2 of Chianung-Sen 11 × Tainung 67

Phenol reaction	Gel consitency (mm)													Total	Mean (mm)	CV.	t-value
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80				
Positive reaction	65	19	10	14	21	15	16	7	3	2	6	2		180	36.6	0.40	2.32*
Negative reaction	26	10	2	4	4	2	13	9	6	4	5			85	41.7	0.42	

*Significant at 1% level.

表5. 嘉農秈 11號×臺農67 號組合 F_2 集團中苯酚反應與顆粒澱粉含量之關係

Table 5. The relationship between phenol reaction and amylose content in the F_2 of Chianung-Sen 11×Tainung 67.

Phenol reaction	Amylose content (%)												Total	Mean (%)	CV.	t-value
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29				
Positive reaction	2	2	6	14	31	22	46	33	18	4			180	19.0	0.19	0.03ns
Negative reaction		1	5	17	7	11	17	16	5	6			83	18.6	0.22	

綜合本節苯酚反應與膠體硬度及顆粒澱粉含量關係之探討可知，在嘉農秈11號×臺農67號組合之 F_2 集團中，秈稉兩羣之顆粒澱粉含量平均雖相同，但兩羣之膠體硬度之平均則不同，此是否暗示，同一顆粒澱粉含量基準之諸多個體中，其米粉膠體展流之程度可能不同。此等數據似可支持 Cagampang *et al* [6] 之同顆粒澱粉含量等級之不同稻品種中，其食用品質仍有差異存在之論點。

四、膠體硬度及顆粒澱粉含量與其他性狀之相關

相關係數係表示各性狀彼此間相互關係之程度，表現型相關乃性狀彼此間遺傳及環境綜合表現之相互關係，可供育種時選拔之參考；遺傳相關則爲控制各該性狀之遺傳因子的多效性效果或爲各因子間連鎖之結果；而環境相關則係環境之效果，可供吾人明瞭環境對該兩性狀表現之影響程度。而米粒之膠體硬度及顆粒澱粉含量係屬理化性狀，因此該兩性狀與其他產量構成性狀相關關係之探討，則有助吾人育種基礎知識之充實。故本研究分別估算兩 F_2 集團膠體硬度及顆粒澱粉含量與其他性狀之表現型相關，遺傳型相關及環境相關，其估算結果列於表 6。

表6. 水稻膠體硬度與其他性狀之表現型，遺傳型及環境相關

Table 6. Phenotypic (r_P), genotypic (r_G) and environmental (r_E) correlations between gel consistency and other characters in rice

Characters correlated	Chianung-Sen 11 × Tainung 67			Tainan 5 × Taichung (N) 1		
	r_P	r_G	r_E	r_P	r_G	r_E
Gel consistency and						
Amylose content	− 0.410**	− 0.446	− 0.203	− 0.539**	− 0.643	− 0.106
Panicle number	0.084	0.105	0.029	0.026	0.045	0.023
Spikelet number	− 0.059	− 0.030	− 0.172	0.062	0.163	0.014
% seed setting	0.047	0.180	− 0.161	0.059	0.453	0.037
1,000-grain weight	− 0.138*	0.129	0.203	0.054	0.103	0.011
Grain yield	− 0.053	0.113	0.172	0.109	0.173	0.065
Amylose content and						
Panicle number	− 0.050	0.013	− 0.230	− 0.054	0.231	− 0.315
Spikelet number	0.084	0.065	0.141	− 0.071	0.199	− 0.243
% seed setting	0.093	0.087	0.143	0.091	0.739	− 0.317
1,000-grain weight	− 0.045	0.085	− 0.304	0.047	− 0.425	0.515
Grain yield	0.050	0.066	0.001	− 0.015	0.270	− 0.331

**Significant at 1% level.
* Significant at 5% level.

綜覽表 6 可知，兩組合之米粒膠體硬度與顆粒澱粉含量均呈極顯著之負相關。而膠體硬度與其他產量性狀間之相關關係，則除嘉農秈11號×臺農67號組合內與千粒重成顯著之負相關外，餘均不顯著，亦即無相關關係。至於顆粒澱粉含量與其他產量性狀間之相關估值則均不顯著。此指出，稻米食用品質之選拔與稻穀產量之選拔須分別考慮，齊頭並行。

五、米粒膠體硬度與顆粒澱粉含量等性狀之遺傳率

遺傳率有兩種，一為狹義，即遺傳成分中累加性變方佔總變方之比率；另為廣義，乃顯性變方與累加性變方之和對總變方之比值。在育種選拔上，狹義遺傳率所蘊藏之訊息遠較廣義遺傳率者劍及而有意義。然本研究限於供試材料之關係，僅能進行廣義遺傳率之估算，其提供為擬定育種計畫參考知識之確實性自較狹義者為低，然，尚不失為育種選拔之基礎知識之一，表 7 即為本研究供試兩雜交組合米粒膠體硬度及顆粒澱粉含量等性狀之廣義遺傳率。

表7. 水稻膠體硬度等性狀之廣義遺傳率

Table 7. Broad sense heritability estimated from F_2 populations of rice crosses

Characters	Chianung-Sen 11 × Tainung 67	Tainan 5 × Taichung (N) 1
Gel consistency	89	93
Amylose content	82	72
Panicle number	62	23
Spikelet number	53	14
% seed setting	29	1
1,000-grain weight	84	27
Grain yield	64	32

由表 7 知，就雜交組合別言，嘉農秈11號×臺農67號組合中各性狀之廣義遺傳率概較臺南 5 號×臺中在來一號者為高，而就個別性狀言，兩組合並以米粒之膠體硬度與顆粒澱粉含量之遺傳率較高，而以結實率之遺傳率最低，其他性狀則介於此兩者之間，惟兩組合各性狀遺傳率之大小並無一致之趨勢。

討　　論

多年來，由於稻作決策單位及育種學者之努力，臺灣水稻品種年年推陳出新，歲歲連登豐收，造成糧政當局莫大之困擾。惟過去之努力概僅注重稻穀產量之提高，而較忽視稻米品質之改良。而今世推時移，消費者已由「吃得飽」轉而希望「吃得好」。為適應消費者由「量」的時代轉移至「質」的時代之須求，高品質水稻之育成乃當前水稻育種學者刻不容緩之急務。基此，農試所嘉義分所農藝系張主任萬來已針對秈稻食用品質展開研究[7]，筆者等早自1976年起針對此稻米品質問題進行文獻研討與綜論，深知秈稉稻雜交之育種在將來育種方向上可能具重要性，但食用品質互異之秈稉稻雜交後之膠體硬度及顆粒澱粉含量的遺傳知識則缺如，故本研究之目的即在探討此等食用品質之遺傳行為。試驗結果顯示，兩組合 F_2 集團顆粒澱粉含量之頻度分布為對稱之常態分布，此亦即兩組合本性狀符合典型的數量性狀之遺傳，此等結果恰與 Bollich and Webb[5] 研究中之 CI9444×PI215936 組合，Chang and Li[8] 及 Smorith *et al*[23] 等報告之顆粒澱粉含量高者對低者為不完全顯性；而遺傳機制則除受一對主效因子 (major gene) 控制外，尚受若干微效因子 (minor gene) 或修飾因子 (modifier) 所左右的結果不同。而與 Bollich and Webb[5] 報告中 Nato×Asahi 組合 F_2 集

團顆粒澱粉含量之分離情形相類似。衆所周知，數量性狀遺傳行為較為複雜，且其表現易受環境左右，此點亦可由 Juliano[14] 論述的 IR 號品種顆粒澱粉含量之變域介 27—33%，亦即同一水稻品種之顆粒澱粉含量有 6 %之變異來印證。此等綜論似表示兩供試秈稉稻異型間雜交組合 F_2 顆粒澱粉含量之遺傳行為應極不利育種家於 F_2 世代經由譜系法 (pedigree system) 行良質豐產水稻個體之選拔。惟吾人若仔細觀察表 3 則知，兩雜交組合 F_2 集團顆粒澱粉含量之分布與平均均恰落在低含量親本附近，且有相當多數之個體超越低含量親本作左方向之超越分離。此為吾人所期望之契機。因為環境雖可强烈影響水稻穀粒之顆粒澱粉含量，而產生如 IR 品種之 6 %變異，然就本研究所使用之兩組合言，即使選獲之 F_2 單株並非為眞低顆粒澱粉含量者，但因顆粒澱粉含量之廣義遺傳率值很高，均在 80%(表 7)左右，故推論該獲選單株到後期世代時，其顆粒澱粉含量似仍應符合育種家之育種目標。

米粒膠體硬度之測定係新開發之米質檢定技術。本研究為明瞭秈稉稻異型間雜交 F_2 集團之遺傳與變異，乃進一步測定上述兩雜交組合 F_2 集團各單株之米粒膠體硬度，結果發現所使用之秈稻親本均屬高膠體硬度；稉稻親本則為低膠體硬度。並發現兩雜交組合 F_2 集團膠體硬度之頻度分布相當類似，並且均符合 3 高膠體硬度：1 低膠體硬度之單性雜種分離比，此結果與 Chang and Li[8] 在秈稻方面之研究結果相同。此亦即不管是秈稉異型間或秈稻同型間之雜交，米粒之膠體硬度均似係由一對主效獨立遺傳因子所控制且硬膠體對軟膠體呈完全顯性。因知，此兩秈稉異型稻間之雜交其米粒膠體硬度的遺傳行為相當簡單，再加上兩組合膠體硬度之廣遺義傳率值亦達90%左右（表 7 ），凡此似指出本性狀行早期世代之單株選拔應屬有效。

黃[1] 在綜合檢討臺灣秈稻栽培面積之減少原因時指出，顆粒澱粉含量之測定因比較複雜，故對本省秈稻雜種分離早期世代的個體選拔，至今幫忙不多。而因為米粒之顆粒澱粉含量與膠體硬度成負相關，且膠體硬度之測定簡單而迅速，為替代顆粒澱粉含量定量之一可行辦法。故建議雜種初期世代使用膠體硬度之測定，以後成品系時，以顆粒澱粉含量再加以篩選比較合適。本研究獲得之綜合數據顯示，顆粒澱粉含量雖屬數量性狀，但兩 F_2 集團顆粒澱粉含量之分布則以低親本為中心，且有相當多數個體向左超越低含量親本（表 3 ）；顆粒澱粉含量與膠體硬度成極顯著之負相關（表 6 ）；膠體硬度之遺傳行為為單一因子所控制，及此兩食用品質性狀之遺傳率相當高之事實，均支持黃[1] 提出之食用品質之篩選建議。即食用品質之育種選拔，初期龐大集團時行膠體硬度之測定；後期少數固定品系時行顆粒澱粉含量之分析，如此適期操作，應可滿足育種家經由秈稉稻異型間之雜交而選獲適合省民食性之品種。

引 用 文 獻

1.黃眞生 1979・臺灣秈稻栽培面積之減少及其原因之探討 中華農學會報 新106：52—61.

2.葉樹藩 1974・試驗設計學 第一部份 生物統計學 廣文書局 臺北。

3.郭益全 張德梅 1981・秈稉稻雜交之遺傳育種研究 I 單株穀產量之路徑係數分析 中華農業研究 30：219—226.

4.郭益全 謝順景 1982・秈稉稻雜交之遺傳育種研究 II 產量構成要素之遺傳變異及遺傳率 中華農業研究 31：108—115.

5. Bollich, C. N. and B. D. Webb. 1973. Inheritance of amylose in two hybrid populations of rice. Cereal Chem. 50 : 631-636.

6. Cagampang, G. B., C. M. Perez and B. O . Juliano. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J. Sci. Fd. Agri. 24 : 1589-1594.

7. Chang, T. T. and B. Somrith. 1979. Genetic studies on the grain quality of rice. *In* Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. P49-53. IRRI.

8. Chang, W. L. and W. Y. Li. 1931. Inheritance of amylose content and gel consistency in rice. Bot. Bull. Academia Sinica 22 : 35-47.

9. International Rice Research Institute. 1974. Annual report for 1973. Lôs Banôs Philippines. 266P.
10. International Rice Research Institute. 1976. Annual report for 1975. Lôs Banôs Philippines. 479p.
11. Juliano, B. O. 1965. Relation of starch composition, protein content and gelatinization temperature to cooking and eating qualities of milled rice. Fd. Technol. 19 : 1006-1011.
12. Juliano, B. O. 1967. Physiochemical studies of rice protein and starch. Int. Rice Comm. Newsletter (Sp. issue) : 93-105.
13. Juliano, B. O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16 : 334—339.
14. Juliano, B. O. 1972. Physiochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. *In* Rice Breeding P. 389-405.
15. Juliano, B. O. 1975. The gel consistency and viscosity test as an index of eating qualitylof milled rice. IRRI. Saturday Seminar Jan. 18.
16. Juliano, B. O., E. L. Albano and G. B. Cagampang. 1964. Variability in protein content, amylose content and alkali digestibility of rice varieties in Asia. Philippine Agri. 48 : 233-241.
17. Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. del Mundo. 1972. Note : Amylose and protein content of milled rice as eating quality factors. Philippine Agri. 56 : 44-47.
18. Juliano, B. O., G. B. Cagampang, L. J. Cius and R. G. Santiago. 1964. Some physiochemical properties of rice in Southeast Asia. Cereal Chem. 41 : 275-285.
19. Onate, L. U. and A. M. del Mundo. 1963. Eating quality of seven varieties of lowland rice. Philippine Agri. 47 : 207-213.
20. Onate, L. U., A. M. del Mundo and B. O. Juliano. 1964. Relationship between protein content and eating quality of milled rice. Philippine Agri. 48··441-444.
21. Perez, C. M. and B. O. Juliano. 1977. Gel consistency as an indicator of eating quality of rice. IRRI. Saturday Seminar. Jan. 15.
22. Perez, C. M. and B. O. Juliano. 1979. Indicator of eating quality for nonwaxy rice. Fd. Chem. 4 : 185-195.
23. Somrith, S., T. T. Chang and B. R. Jackson. 1979. Genetic analysis of traits relates to grain characteristics and quality in two crosses of rice. IRPS No : 35. IRRI.

Improvement of Grain Quality in Rice

II. Genetical Studies on Gel Consistency and Amylose Content[1]

Yih-Chuan Kuo and Sung-Ching Hsieh[2]

Summary

Two eating qualities of rice, gel consistency and amylose content were studied genetically with the F_2 populations of the crosses Chianung-Sen 11 (*indica* type) × Tainung 67 (*japonica* type) and Tainan 5 (*japonica* type) ×Taichung (N) 1 (*indica* type). The results are summarized as follows:

1. The gel consistency in F_2 showed a bimodal distribution curve and skew to left pattern which is in agreement with a segregation ratio of 3 low gel consistency (hard) to 1 high gel consistency (soft). This indicates that the low gel consistency is controlled by a pair of dominant gene.
2. The amylose content in F_2 showed a normal distribution pattern indicating the polygenic nature of inheritance for this character. A considerable number of plants falls in the classes of low amylose (7%—17%) indicating that the chance of selecting low amylose individuals from the F_2 population is relatively great.
3. In the cross of *indica*×*japonica* rices, the progenies which showed the positive reaction to phenol staining (to rough rice) had a smaller mean value (36.6mm), while those with the negative phenol reaction and a larger mean value (41.7mm) of gel consistency. This indicated that the rice with positive phenol reaction (usually *indica* type) has the harder taste while that with negative phenol reaction (usually *japonica* type) has a softer taste when cooked.
4. A significant negative correlation between gel consistentcy and amylose content was observed. But they were not correlated with other agronomic characters.
5. The broad sense heritability values for gel consistency and amylose content were found to be very high being 90% and 77% respectively, indicating that selection for these two characters in the early generation is effective.

---

1. Contribution No. 1077 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant Agronomist and Former Senior Agronomist respectively, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan 431, ROC.